

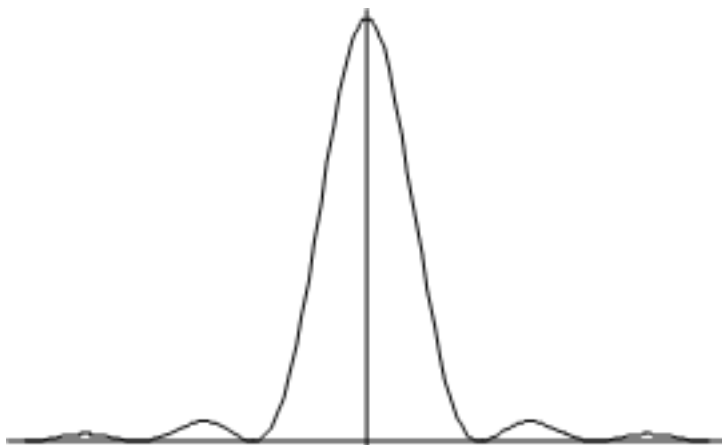
## Perfils de llum a la carta

04/2008 - **Física.** Una investigació del Grup d'Òptica ha aconseguit obtenir perfils d'intensitat de llum a la carta, un control molt precís del comportament de la llum. La investigació permet incrementar o disminuir a voluntat la profunditat de focus i obtenir múltiples focals, amb aplicacions tecnològiques interessants.



Existeix un experiment molt popular per a explicar la calor que pot generar la llum del Sol, que consisteix en concentrar la llum de l'astre sobre un full de paper, preferentment negre, mitjançant una lupa. Els raigs de llum que travessen tota la superfície de la lupa es concentren en un diminut disc molt brillant que crema literalment la superfície del paper. Perquè surti bé l'experiment és necessari ajustar bé la distància que separa la lupa del paper, ja que si està massa lluny o massa a prop del full el punt brillant no és suficientment intens per a poder cremar-la.

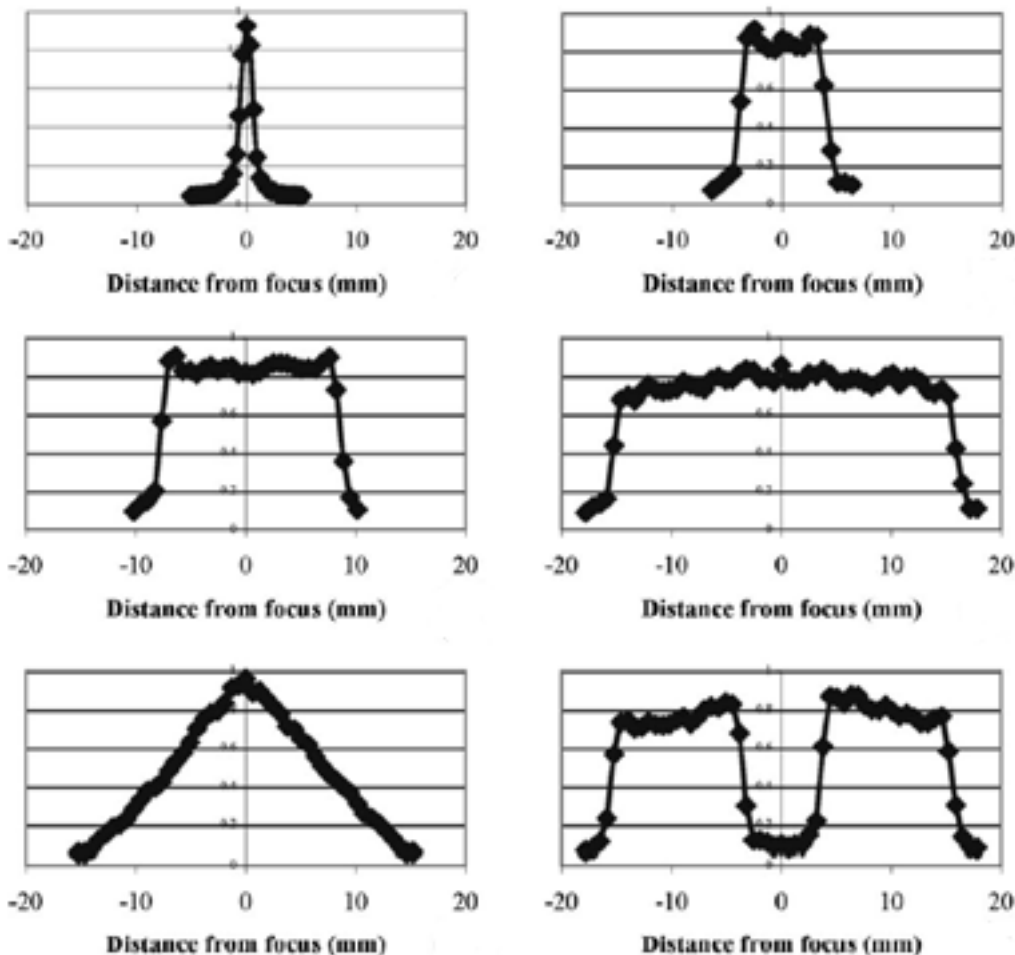
L'experiment també serveix per a il·lustrar què fa la lupa, una lent convergent, amb els raigs de llum solar que hi arriben paral·lels entre si a la superfície de la lent. La llum es concentra en un punt a una certa distància, a la qual anomenem distància focal de la lent. A la distància focal la intensitat en aquest punt és màxima, però en allunyar-nos d'aquesta posició la intensitat de la llum disminueix. Si mesurem la intensitat de llum a diferents distàncies de la lent, sempre situant-nos sobre l'eix òptic, és a dir, sobre la línia perpendicular a la lent que passa pel seu centre, i dibuixem els valors que anem obtenint en forma de funció matemàtica, el resultat serà semblant al següent perfil d'intensitat:



En ocasions pot resultar interessant obtenir perfils d'intensitat al llarg de l'eix òptic amb formes diferents a la de la figura. En el nostre treball hem proposat un mètode per a obtenir perfils d'intensitat de formes arbitràries al llarg de l'eix òptic d'un sistema convergent, tot introduint un dispositiu que pot modular tant la intensitat com la fase de la llum que hi incideix. Aquest dispositiu, un modulador espacial de llum, consisteix en una matriu de píxels a la qual es pot enviar qualsevol figura des de l'ordinador. De fet es tracta d'una de les pantalles de cristall líquid (LCD) que utilitza un videoprojector per a projectar imatges de vídeo. En la configuració utilitzada en el nostre laboratori, la figura representada en la matriu de píxels és una funció bidimensional en la qual els nivells de gris de la imatge generada per l'ordinador es tradueixen en diferents nivells de fase de la llum.

Un aspecte clau de la nostra investigació ha estat determinar exactament la figura, la funció matemàtica, que cal enviar al modulador espacial de llum per a obtenir un perfil d'intensitat determinat al llarg de l'eix òptic. Per a això, hem generat un algorisme informàtic iteratiu, és a dir, un programa que calcula aquesta funció mitjançant aproximacions successives. Cada pas de l'aproximació dona un resultat cada vegada més semblant al perfil que es desitja obtenir, fins a arribar a obtenir un perfil de llum el més semblant possible al perfil desitjat.

Hem comprovat aquest mètode per a diversos perfils d'intensitat. Una vegada obtinguda la funció que cal implementar en el modulador, és a dir, la imatge que cal enviar a la pantalla LCD, s'ha comprovat el resultat amb un muntatge experimental que utilitza llum làser. Hem mesurat els valors de la intensitat de llum a diferents distàncies del sistema òptic, al llarg de l'eix, i hem observat que els perfils d'intensitat corresponen, efectivament, als perfils esperats.



Entre les possibles aplicacions pràctiques d'aquesta investigació es troba la possibilitat d'incrementar la profunditat de focus de sistemes òptics. Això podria ser d'utilitat, per exemple, per a formar imatges més nítides sense necessitat de mecanismes d'enfocament, com ocorre en les òptiques de les càmeres dels telèfons mòbils. Incrementar la profunditat d'enfocament també podria ser útil en l'àmbit de les lents oftàlmiques (les utilitzades per a millorar la visió) i en microlitografia de circuits electrònics. A més, com el perfil d'intensitat es pot modular arbitràriament, la investigació també permet obtenir sistemes multifocals a partir d'un sistema òptic convencional amb una sola distància focal, la qual cosa podria millorar els sistemes en els quals és necessari enfocar amb precisió un feix làser, com succeeix en els sistemes de lectura dels discos òptics.

Octavi López Coronado, Maria Josefa Yzuel Giménez, Juan Campos Coloma

Departament de Física

## Grup d'Òptica

"Tailoring the depth of focus for optical imaging systems using a Fourier transform approach". J.A. Davis, C. Tuvey, O. López-Coronado, J. Campos i M. J. Yzuel. Optics Letters 32, 844-846 (2007).